

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 11232919  
PUBLICATION DATE : 27-08-99

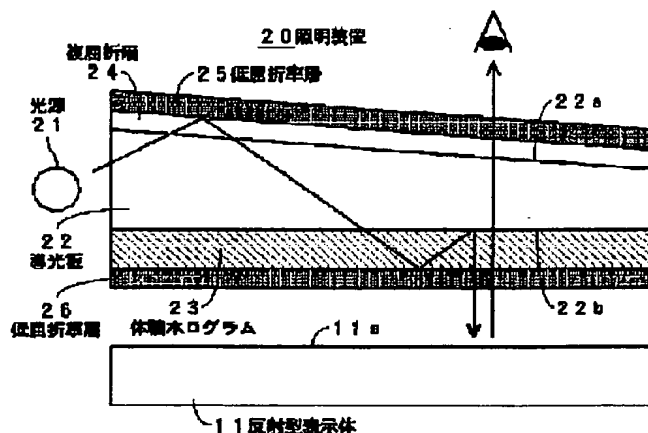
APPLICATION DATE : 17-02-98  
APPLICATION NUMBER : 10035063

APPLICANT : FUJI XEROX CO LTD;

INVENTOR : SUZUKI SADAICHI;

INT.CL. : F21V 8/00 G02B 5/32 G02F 1/1335

TITLE : FRONT LIGHT LIGHTING SYSTEM  
AND REFLECTING TYPE DISPLAY  
DEVICE



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To make a display bright and enhance display quality by arranging a front light lighting system lighting a reflecting type display body between the reflection type display body and an observer with a front light lighting system.

SOLUTION: A lighting system 20 is mainly composed of a light source 21, a light guide plate 22, and a volume hologram 23 and is arranged on the display face 11a side of a reflecting type display body 11. The light guide plate 22 and the volume hologram 23 are formed integrally, a double refraction layer 24 and a low refractive index layer 2 are formed on the observer side face 22a of the light guide plate 22, and a low refractive index layer 26 is formed on a face opposite to the reflection type display body 11 of the volume hologram 23. A ray from the light source 21 is taken into the light guide plate 22, transmitted in a light guide plate 22, diffracted by the volume hologram 23, and the display face 11a of the reflection type display body 11 is lighted by the diffracted light. By the high angle selectivity of the volume hologram 23, high light utilization efficiency can be obtained without sacrificing displaying quality.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-232919

(43) 公開日 平成11年(1999) 8月27日

(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	F I
F 2 1 V 8/00	6 0 1	F 2 1 V 8/00 6 0 1 B
G 0 2 B 5/32		G 0 2 B 5/32
G 0 2 F 1/1335	5 3 0	G 0 2 F 1/1335 5 3 0

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平10-35063

(22) 出願日 平成10年(1998) 2月17日

(71) 出願人 000005496

富士ゼロックス株式会社

東京都港区赤坂二丁目17番22号

(72) 発明者 氷治 直樹

神奈川県足柄上郡中井町境430 グリーン

テクナカイ富士ゼロックス株式会社内

(72) 発明者 山本 滋

神奈川県足柄上郡中井町境430 グリーン

テクナカイ富士ゼロックス株式会社内

(72) 発明者 曳地 丈人

神奈川県足柄上郡中井町境430 グリーン

テクナカイ富士ゼロックス株式会社内

(74) 代理人 弁理士 佐藤 正美

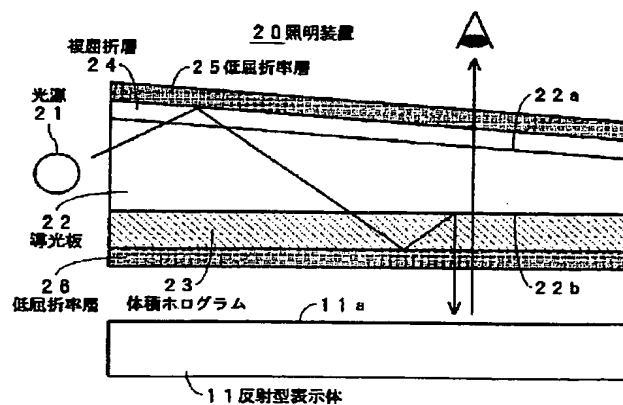
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 フロントライト照明装置および反射型表示装置

(57) 【要約】

【課題】 反射型表示体と観察者との間に配置して反射型表示体を照明するフロントライト照明装置で、表示が明るくなるとともに、表示品質が高くなるようにする。

【解決手段】 照明装置20は、主として光源21、導光板22および体積ホログラム23によって構成して、反射型表示体11の表示面11a側に配置する。導光板22と体積ホログラム23は、一体に形成し、導光板22の観察者側の面22aには、複屈折層24および低屈折率層25を形成し、体積ホログラム23の反射型表示体11と対向する面には、低屈折率層26を形成する。光源21からの光線を導光板22内に取り入れ、導光板22内を伝播させて体積ホログラム23で回折し、その回折光で反射型表示体11の表示面11aを照明する。体積ホログラム23の高い角度選択性によって、表示品質を犠牲にすることなく、高い光利用効率を得ることができる。



**【特許請求の範囲】**

【請求項1】反射型表示体の表示面側に配置されて反射型表示体を照明するものであって、

光源と、この光源からの光線を回折して、その回折光で前記反射型表示体を照明する体積ホログラムとを備えることを特徴とするフロントライト照明装置。

【請求項2】請求項1のフロントライト照明装置において、

前記体積ホログラムの前記反射型表示体側とは反対側に、前記体積ホログラムと一体に、前記光源からの光線を取り入れて前記体積ホログラムに導光する導光板を設けたことを特徴とするフロントライト照明装置。

【請求項3】請求項2のフロントライト照明装置において、

前記導光板が導光方向に厚みの変化を有することを特徴とするフロントライト照明装置。

【請求項4】請求項2のフロントライト照明装置において、

前記導光板に対して複屈折層を設けたことを特徴とするフロントライト照明装置。

【請求項5】請求項2のフロントライト照明装置において、

前記導光板に対して当該導光板より低屈折率の層を設けたことを特徴とするフロントライト照明装置。

【請求項6】請求項1または2のフロントライト照明装置において、

前記反射型表示体は、互いに異なる色を表示する複数種の画素が並置されたものであり、前記体積ホログラムは、その各画素の位置に、その画素の表示色に対応した色光の像を生じさせるものであることを特徴とするフロントライト照明装置。

【請求項7】請求項1または2のフロントライト照明装置において、

前記体積ホログラムは特定の偏光成分を主として回折することを特徴とするフロントライト照明装置。

【請求項8】請求項1または2のフロントライト照明装置において、

前記光源は輝線スペクトルを有することを特徴とするフロントライト照明装置。

【請求項9】反射型表示素子と、その表示面側に配された照明装置とを備え、その照明装置は、光源と、この光源からの光線を回折して、その回折光で前記反射型表示素子を照明する体積ホログラムとを有することを特徴とする反射型表示装置。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

【発明の属する技術分野】この発明は、印刷物や反射型表示素子などの反射型表示体に対して用いる照明装置に関する。

**【0002】**

【従来の技術】ノートパソコンやPDA電子手帳などの携帯情報機器は、バッテリーで駆動されるため、長時間の使用を可能にするためには、表示装置が低消費電力であることが要求される。

【0003】このような目的で用いられる表示装置として、透過型表示素子の裏面に光源を配置したバックライト型表示装置が知られているが、いまだ十分に低消費電力なものは得られていない。一方、光源を設けずに外光の反射を利用して表示を行う反射型表示装置が知られているが、暗所では表示が見えないという問題があるほか、いまだ十分な反射率の表示素子が得られていないため、明所でも表示が暗く、表示色がくすんで見え、バックライト型表示装置のような透明感がある表示が得られないという問題がある。

【0004】暗所では表示が見えないという反射型表示装置の問題を解決する手段として、反射型表示素子の表示面と観察者との間にフロントライト照明装置と称すべき照明装置を設けることが、C. Y. Taiらによって提案されている(SID 95 DIGEST, p. 375-378)。

【0005】彼らの提案するフロントライト照明装置は、図6に照明装置2として示すように、反射型表示素子1の表示面1aと観察者との間に配置されるもので、観察者側の面に平坦部3aと傾斜部3bとからなるマイクロプリズム3を有する導光板4と、そのマイクロプリズム3と凹凸が噛み合うように形成されたコンベンセータ5とを備え、光源6から導光板4内に伝播した光線を、マイクロプリズム3の傾斜部3bで、導光板4の反射型表示素子1の表示面1aと対向する面に、ほぼ垂直な方向に反射させて、反射型表示素子1の表示面1aを照明し、表示面1aからの反射光像を、マイクロプリズム3の平坦部3aおよびコンベンセータ5を通して観察するものである。コンベンセータ5は、マイクロプリズム3の凹凸による表示画像の歪みを補正するためのものである。

**【0006】**

【発明が解決しようとする課題】この従来のフロントライト照明装置では、導光板4を伝播する光線が観察者側に漏れないようにするために、マイクロプリズム3の傾斜部3bの傾斜角は、全反射臨界角より大きい角度に定められる。その結果、(1)反射型表示素子1からの反射光がマイクロプリズム3で再度反射して導光板4内に閉じ込められて、表示が暗くなる、(2)マイクロプリズム3の傾斜部3bが縞状に見えて、表示品質を損なう、(3)マイクロプリズム3のピッチと反射型表示素子1の画素ピッチが近い場合には、モアレ縞が観察される、という問題がある。

【0007】また、このフロントライト照明装置を用いても、照明効率はバックライト照明装置に比べて、それほど改善されないという問題もある。

【0008】そこで、この発明は、印刷物や反射型表示素子などの反射型表示体を照明するフロントライト照明装置において、表示が明るくなるとともに、表示品質が高くなるようにしたものである。

【0009】

【課題を解決するための手段】この発明のフロントライト照明装置は、反射型表示体の表示面側に配置されて反射型表示体を照明するものであって、光源と、この光源からの光線を回折して、その回折光で前記反射型表示体を照明する体積ホログラムとを備えるものである。

【0010】この場合、体積ホログラムの反射型表示体側とは反対側に、体積ホログラムと一体に、光源からの光線を取り入れて体積ホログラムに導光する導光板を設けることが望ましい。また、その導光板に対して複屈折層を設け、または導光板より低屈折率の層を設けることが好ましい。

【0011】

【作用】体積ホログラムは、高い波長選択性と角度選択性を有する。このため、上記のように構成した、この発明のフロントライト照明装置では、観察者から反射型表示体を望むほとんどの角度範囲で体積ホログラムは透明であり、縞が見えたり、モアレを生じたり、表示が暗くなる、などの上述した問題は生じない。

【0012】液晶表示装置などでは、それぞれ赤、緑、青の原色などを表示する複数種の微小画素を並置してカラー表示を行う反射型表示素子が広く使われているが、このような反射型表示素子を白色光で一様に照明した場合には、光利用効率が低く、表示が暗いという問題がある。これは、例えば、赤色の画素に入射した緑色や青色の色光は、全く利用されずに、カラーフィルタで吸収されてしまうことに起因する。

【0013】しかし、上記のように構成した、この発明のフロントライト照明装置によれば、体積ホログラムの高い波長選択性とレンズ機能とを利用して、照明光の赤色成分は赤色画素に、青色成分は青色画素に、緑色成分は緑色画素に、というように、照明光を色ごとに分光し、集光することによって、光利用効率を著しく向上させることができる。

【0014】TN型やSTN型の液晶表示素子など、偏光を利用した反射型表示素子の場合には、特定の直線偏光成分で照明した方が光利用効率を高くすることができるが、一偏光成分だけを選択的に回折する体積ホログラムを用いても、回折されなかった偏光成分を利用しなければ、高い光利用効率は得られない。

【0015】これに対して、上記のように導光板に対して複屈折層を設ける場合には、回折されなかった偏光成分が導光板内を伝播するうちに徐々に偏光状態を変化させるので、偏光成分を効率的に利用することができるようになる。

【0016】フロントライト照明装置は、反射型表示体

の前面に置かれるため、透明であると同時に薄型であることが重要である。請求項2の発明によれば、体積ホログラムを導光板と一体に形成して、導光板内を伝播する光線を体積ホログラムで回折し、反射型表示体を照明することによって、フロントライト照明装置を極めて薄型にすることが可能となる。

【0017】

【発明の実施の形態】〔第1の実施形態〕図1は、この発明の第1の実施形態を示す。

【0018】この実施形態のフロントライト照明装置は、照明装置20として示すように、大きく分けて光源21、導光板22および体積ホログラム23からなるものとし、光源21からの光線を導光板22内に取り入れ、導光板22内を伝播させて体積ホログラム23で回折し、その回折光で反射型表示体11の表示面11aを照明する。

【0019】導光板22と体積ホログラム23は、一体に形成し、例えば、導光板22の観察者側の面22aには、複屈折層24および低屈折率層25を形成し、体積ホログラム23の反射型表示体11と対向する面には、低屈折率層26を形成する。

【0020】光源21としては、蛍光管、放電管、白熱管、LEDなどの、公知の光源を利用することができる。導光板22は、アクリル樹脂やメタクリル樹脂などの樹脂や、ガラスなどの、透光性材料によって形成する。導光板22の表面の凹凸は散乱を生じ、好ましくないので、導光板22の表面は平滑にする。

【0021】体積ホログラム23は、屈折率の変化の周期が媒質の厚みより十分に小さいホログラムで、波長と入射角とがBragg回折条件と呼ばれる特定の関係を満たす場合にのみ、高い回折効率を示すものである。

【0022】図2に示すように、体積ホログラム23は、屈折率の変化の周期の法線方向23aが、導光板22の体積ホログラム23と接する面22bに対して、角 $\theta$ をなすように設けられる。 $\theta$ は、導光板22内を、どの角度で伝播する光線を、どの方向に出射するかに応じて、適宜決められる。

【0023】例えば、ホログラム媒質の屈折率を1.5、屈折率の変化の周期を259nm、 $\theta$ を45°に設定した場合には、波長550nmの光線は、導光板22の面22bとの角 $\phi$ が0°のとき、Bragg回折条件を満たして、導光板22の面22bと垂直な方向に出射する。550nm以外の波長では、Bragg回折条件を満たす波長 $\lambda$ と伝播角 $\phi$ とは、図3に示す関係になる。

【0024】このため、波長 $\lambda$ に依存して出射角 $\theta$ も変化する。この波長 $\lambda$ による出射角 $\theta$ の変化は、照明する反射型表示体11が印刷物などのように完全拡散面に近い散乱特性を有する場合には、特に不都合を生じないが、反射型表示体11が反射型液晶表示素子のように

指向性を持った散乱特性を有する場合には、表示を観察する角度によって表示色が変化するという不都合を生じる。

【0025】この不都合を回避するには、光源21として輝線スペクトルを有するものを用いるとともに、伝播角 $\phi$ の分布が狭くなるようにコリメートされた光線を導光板22に入射させればよい。このようにすれば、特定の波長の光線を特定の出射角に出射させることができる。

【0026】また、白色光を特定の角度に出射させる場合には、体積ホログラム23として、一つのホログラム媒体に異なる波長でホログラムを多重記録したもの、反射波長が異なる複数のホログラム媒体を積層したもの、または一つのホログラム媒体に異なる波長でモザイク状にホログラムを記録したもの、などを用いればよい。

【0027】体積ホログラム23のホログラム材料としては、銀塩材料やフォトリソ材料など、公知のホログラム材料を用いることができる。体積ホログラム23は、導光板22上にホログラム材料の薄膜を形成し、露光して、導光板22と一体に形成し、あるいは別にあらかじめ作製した体積ホログラムを導光板22に貼付して、導光板22と一体化する。

【0028】図の例は、体積ホログラム23を導光板22の反射型表示体11側の面22bに設けた場合であるが、体積ホログラム23を導光板22の観察者側の面22aに設けてもよい。あるいは、導光板22の内部に体積ホログラムを埋め込んでもよい。また、体積ホログラム自身が導光板22を兼ねてもよい。

【0029】体積ホログラム23は、高い角度選択性を持つことが特徴であり、この発明は、この性質を利用して表示劣化のないフロントライト照明装置を実現したものである。しかし、他方で、高い角度選択性は、高い光利用効率を実現する上で、以下のような不都合を生じることがある。

【0030】上記の伝播角 $\phi$ は、全反射条件を満たす範囲内で分布を持つのが一般的である。これに対して、Bragg回折条件を満たす角度範囲は通常、伝播角 $\phi$ の分布幅と比較して狭い。そのため、伝播角 $\phi$ の分布または上記の角度 $\theta$ が入射光の導光方向で変化しないと、したがって平行平板状の導光板に対して $\theta$ が一様な体積ホログラムを設けた場合には、入射光の一部しか照明に利用できない不都合を生じる。

【0031】この不都合を回避する一つの方法は、 $\theta$ を導光方向に沿って変化させることである。例えば、 $\theta$ が導光方向に沿って $40^\circ \sim 50^\circ$ まで変化するように構成した場合には、 $\phi$ が $-10^\circ \sim +10^\circ$ の範囲の伝播光を回折して出射させることができる。

【0032】もう一つの方法は、伝播角 $\phi$ の分布が導光方向で変化するように、導光板22の断面形状を工夫することである。具体的な断面形状を図4に示す。(a)

のように厚みが一定で波打った形状、(b)(c)のように厚みが周期的に増減する形状、(d)のように導光方向に沿って一様に厚みが薄くなる形状、(e)のように導光方向に沿って一様に厚みが厚くなる形状、などが考えられる。

【0033】反射型表示体11の表示を歪ませないためには、導光板22の導光方向の厚みや形状の変化は緩やかで一様である方が望ましく、その意味で、(d)または(e)の形状が好ましい。導光板22内に屈折率分布を形成して、厚みや形状の変化と同様の効果をもたせてもよい。

【0034】導光板22内を伝播する光線の $\phi$ 分布の変化を、図4に模式的に示す。(a)のように厚みが一定で波打った形状の場合には、 $\phi$ 分布は分布幅を変えずに導光方向に沿って正方向と負方向に交互にシフトを繰り返す。(b)(c)のように厚みが周期的に増減する形状の場合には、導光方向に沿って分布幅が増減する。

(d)(e)のように導光方向に沿って一様に厚みが増減する形状の場合には、 $\phi$ 分布は導光方向に沿って一様に広がるか狭まるかする。

【0035】このように導光板22の導光方向に沿って $\phi$ 分布を変化させることによって、伝播する光線のすべての角度成分を効率的に利用することができる。

【0036】ただし、このような $\phi$ 分布の変化に伴って、分布のテールが全反射臨界角を超えて、導光板22外に漏れる光を生じる場合がある。この漏れ光は、光利用効率を低下させるほか、不要な散乱光を生じて表示コントラストを低下させるため、好ましくない。

【0037】漏れ光を発生させないためには、導光板22への入射光をコリメートし、波打ちの曲率を小さくして伝播角 $\phi$ が $0^\circ$ 近傍で変化するようにするか、あるいは全反射臨界角より小さい角度でBragg回折条件を満たして、漏れ光を生じる前に出射するように体積ホログラム23を設ければよい。

【0038】例えば、図1または図2に示すように、導光板22を導光方向に沿って厚みが薄くなる形状とした場合、その2つの反射面22a、22bのなす角を $\theta_{wg}$ とすると、全反射を繰り返しながら導光板22内を伝播する光線は、1回の反射ごとに $2\theta_{wg}$ ずつ離散的に $\phi$ 分布を広げながら伝播し、例えば、 $\theta_{wg} = 22^\circ$ とした場合、 $\phi = -46^\circ$ のときにBragg回折条件を満たして、全反射臨界角 $-48^\circ$ に達する前に回折されて出射する。

【0039】このようにして、漏れ光を生じることなく、効率的に回折光を生じさせることができる。 $\phi$ 分布の変化は離散的なので、Bragg回折条件を満たす角度を飛び越えないように、 $\theta_{wg}$ は十分に小さな値に設定した方が好ましい。

【0040】導光板22の傷や汚れに起因する光の漏れは、目立って表示品質を低下させる。図1の例のように

導光板22に対して低屈折率層25、26を設けて、導光板22の内部に伝播光を閉じ込めることによって、導光板22の傷や汚れに起因する漏れ光を低減することができる。

【0041】低屈折率層25、26の材質は特に限定されないが、導光板22としては通常、屈折率が1.45～1.6の範囲にあるものを用いるので、これより低屈折率の材料、例えばフッ素系樹脂や $MgF_2$ などの、公知の低屈折率材料を用いることができる。低屈折率層25、26の厚みは、エバネセント波がしみてこない程度に厚ければよく、一般には数～数十 $\mu m$ あれば十分である。

【0042】低屈折率層は、必ずしも導光板22の両面に設ける必要はなく、必要に応じて片面にだけ設けてもよい。照明装置20は反射型表示体11と観察者との間に置かれるので、汚れによる表示品質の劣化に対する対策は重要である。低屈折率層25または26を設けることによって、表示品質の劣化を防止できるとともに、製造工程におけるハンドリングを極めて容易にすることができる。

【0043】〔第2の実施形態〕図5は、この発明の第2の実施形態を示す。

【0044】この実施形態は、特に反射型液晶表示素子などの反射型表示素子を照明する場合に、この発明を適用した例である。

【0045】液晶表示装置などでは、図示するように、2枚の基板13、14間に、それぞれ赤、緑、青の原色を表示する3種の微小画素15R、15G、15Bを並置してカラー表示を行う反射型表示素子12が広く使われている。

【0046】このような反射型表示素子12を白色光で一樣に照明した場合には、光利用効率が低く、表示が暗いという問題がある。これは、例えば、赤色の画素15Rに入射した緑色や青色の色光は、全く利用されずに、カラーフィルタで吸収されてしまうことに起因する。

【0047】この実施形態は、この場合に光利用効率を向上させて明るい表示が得られるようにしたものである。

【0048】この実施形態のフロントライト照明装置は、照明装置20として示すように、基本的に図1に示したものと同様に構成することができる。ただし、図5では光源を省略している。

【0049】そして、この実施形態では、体積ホログラム23の高い波長選択性とレンズ機能とを利用して、図示するように、導光板22内を伝播して体積ホログラム23で回折される照明光の、赤色成分27Rは赤色画素15Rに、青色成分27Gは青色画素15Gに、緑色成分27Bは緑色画素15Bに、というように、照明光を色ごとに分光し、集光することによって、光利用効率を著しく向上させることができる。

【0050】このように異なる位置に異なる色光を集光する体積ホログラム23としては、一つのホログラム媒体に異なる波長でホログラムを多重記録したもの、反射波長が異なる複数のホログラム媒体を積層したもの、または一つのホログラム媒体に異なる波長でモザイク状にホログラムを記録したもの、などを用いることができる。

【0051】TN型やSTN型の液晶表示素子など、偏光を利用した反射型表示素子の場合には、特定の直線偏光成分で照明した方が光利用効率を高くすることができる。R. L. Sutherland (SPIE vol. 2152, pp 303-313 (1994))によって開示されているように、光重合性モノマーと液晶との混合液をレーザ露光して作製した体積ホログラムは、特定の直線偏光成分に対して高い回折効率を示すので、この実施形態の体積ホログラム23として好適に利用することができる。

【0052】しかし、一偏光成分だけを選択的に回折する体積ホログラム23を用いても、回折されなかった偏光成分を利用しなければ、高い光利用効率は得られない。

【0053】これに対して、この実施形態のように導光板22と複屈折層24を設けることによって、回折されなかった偏光成分が導光板22内を伝播するうちに徐々に偏光状態を変化させるので、偏光成分を効率的に利用することができるようになる。

【0054】複屈折層24としては、水晶や雲母などの結晶の薄片、ポリエステルやポリカーボネートなどの延伸高分子フィルム、または配向した液晶材料などの、公知の複屈折材料を用いることができる。図の例は、導光板22の観察者側の面22aに複屈折層24を設けた場合であるが、体積ホログラム23側の面22bに複屈折層を設けてもよい。あるいは、導光板22の内部に複屈折性フィルムを埋め込んでもよい。また、複屈折性フィルム自身が導光板22を兼ねてもよい。

【0055】

【発明の効果】この発明によれば、反射型表示体と観察者との間に体積ホログラムを備える照明装置を配置することによって、明所では照明を点灯しなくても表示が可能であり、暗所では照明を点灯することにより表示が可能となる。また、反射型表示体の反射率が低いことに起因する表示の暗さを、照明により補助することによって、明るい表示が可能になるとともに、外光の不足分を補うだけの光量を補えばよいので、バックライト型表示装置より低消費電力化を期待できる。さらに、反射型表示素子そのものでは実現困難な透明感のある表示が得られる。

【0056】さらに、この発明によれば、体積ホログラムを用いることによって、表示品質を犠牲にすることなしに上記の効果を実現することができるとともに、従来

以上に高い光利用効率を得ることができる。

【0057】また、請求項2の発明によれば、体積ホログラムを導光板と一体に形成することによって、フロントライト照明装置を極めて薄型にすることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の一実施形態を示す図である。

【図2】図1の照明装置の作用の説明に供する図である。

【図3】Bragg回折条件を満たす伝播角 $\phi$ と波長 $\lambda$ との関係を示す図である。

【図4】導光板の形状と導光板内を伝播する光線の伝播角度分布の変化を示す図である。

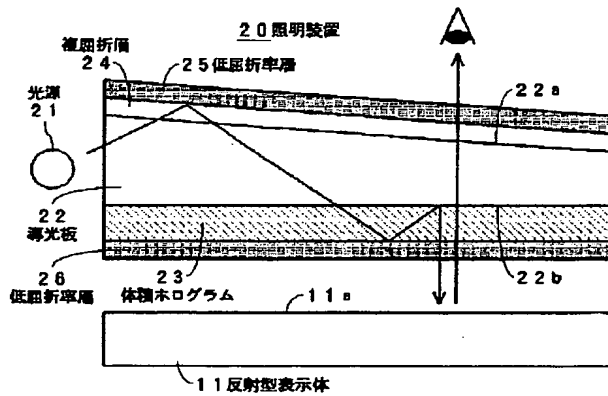
【図5】この発明の他の実施形態を示す図である。

【図6】従来のフロントライト照明装置を示す図である。

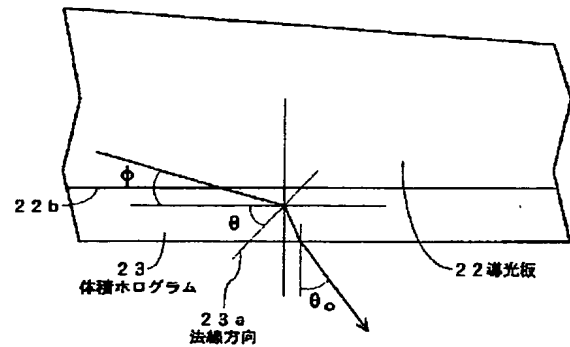
【符号の説明】

- 11 反射型表示体
- 12 反射型表示素子
- 20 照明装置
- 21 光源
- 22 導光板
- 23 体積ホログラム
- 24 複屈折層
- 25、26 低屈折率層

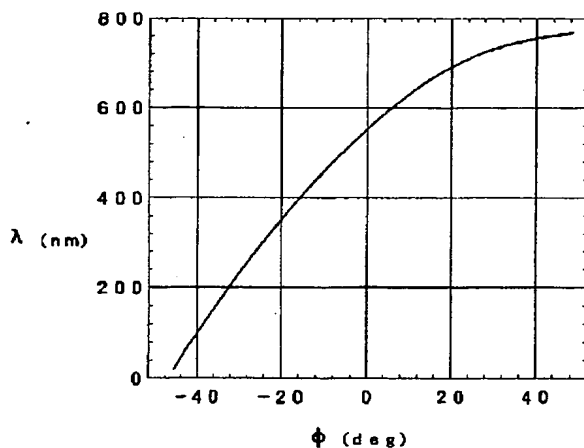
【図1】



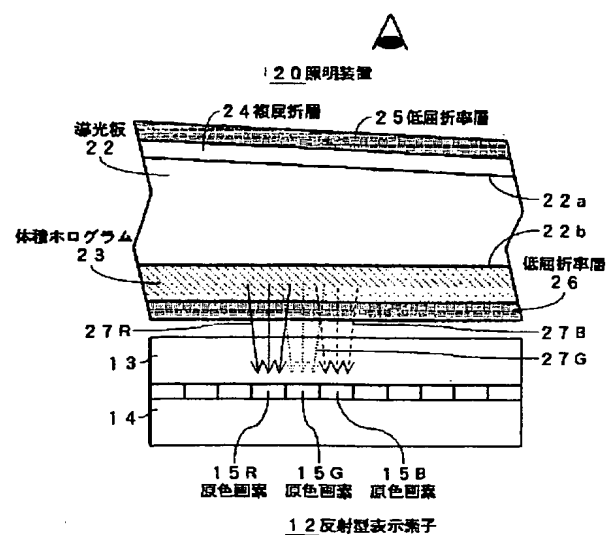
【図2】



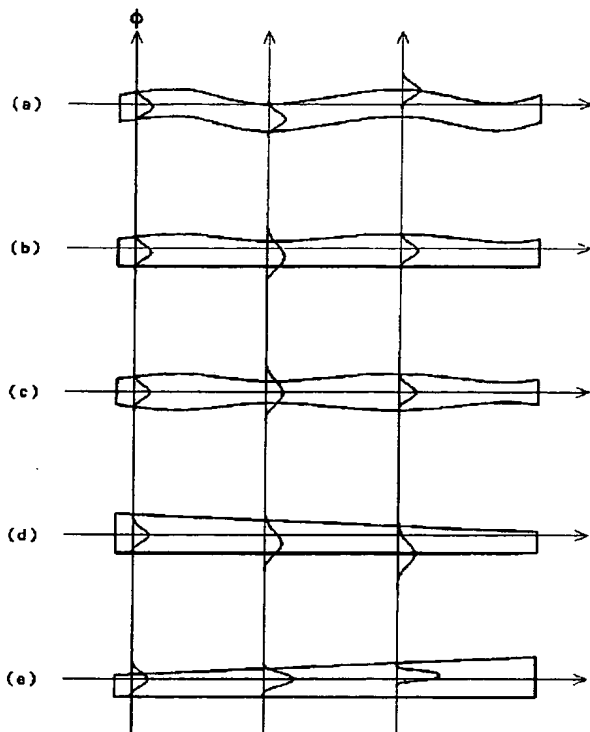
【図3】



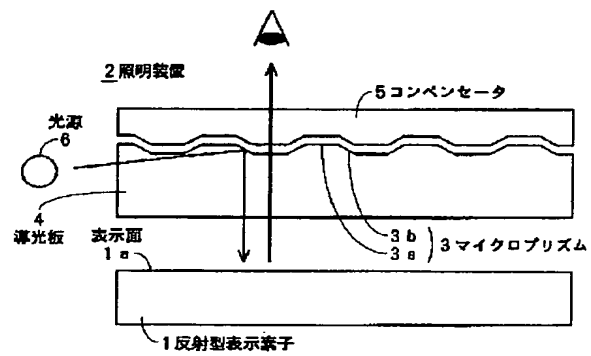
【図5】



【図4】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 佐川 清水  
神奈川県足柄上郡中井町境430 グリーン  
テクなかい富士ゼロックス株式会社内

(72)発明者 二宮 正伸  
神奈川県南足柄市竹松1600番地 富士ゼロ  
ックス株式会社内

(72)発明者 鈴木 貞一  
神奈川県足柄上郡中井町境430 グリーン  
テクなかい富士ゼロックス株式会社内